



① **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

② **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 05 009 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 M 61/18**

②① Aktenzeichen: 100 05 009.3  
②② Anmeldetag: 4. 2. 2000  
②③ Offenlegungstag: 9. 8. 2001

**DE 100 05 009 A 1**

⑦① Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Duvinage, Frank, Dr.-Ing., 73230 Kirchheim, DE;  
Ellwanger, Stefan, Dipl.-Ing., 69121 Heidelberg, DE;  
Engel, Ulrich, Dipl.-Ing., 73207 Plochingen, DE;  
Mühleisen, Thomas, Dipl.-Ing., 73110 Hattenhofen,  
DE; Paule, Markus, Dipl.-Ing., 71404 Korb, DE;  
Renner, Gregor, Dr.-Ing., 70619 Stuttgart, DE; Stotz,  
Marco, Dipl.-Ing., 70374 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Beeinflussung des Einspritzverlaufs und -druckes bei Common-Rail-Systemen

⑤⑦ Sitzlochdüse für eine luftverdichtende Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper längsverschiebbar geführten Düsennadel, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine kegelförmige Dichtfläche aufweist und im geschlossenen Zustand an einer kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers anliegt, und mit mindestens einem von der Dichtfläche am Düsenkörper zum Brennraum führenden Spritzloch, wobei zum Spritzloch hin im Bereich des geringsten durchlaßbestimmenden Querschnitts zwischen der kegeligen Dichtfläche der Düsennadel und der kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers mindestens eine turbulenz erzeugende Unstetigkeitsstelle vorgesehen ist.

**DE 100 05 009 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Sitzlochdüse für eine luftverdichtende Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper längsverschiebbar geführten Düsennadel, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine kegelförmige Dichtfläche aufweist und im geschlossenen Zustand an einer kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers anliegt, und die mit mindestens einem von der Dichtfläche am Düsenkörper zum Brennraum führenden Spritzloch versehen ist.

Es ist eine Sitzlochdüse aus "Shell-Lexikon-Verbrennungsmotor, Supplement der MTZ und ATZ", Folge 8, Heft 12, Jahrgang 1995, Bild E.36 (3) bekannt, bei der in einem Düsenkörper eine Düsennadel längsverschiebbar geführt ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine kegelförmige Dichtfläche aufweist und im geschlossenen Zustand an einer kegeligen Dichtfläche, beziehungsweise an einen Sitzkonus des Düsenkörpers anliegt, in dem mindestens ein von der düsenkörperseitigen Dichtfläche ausgehendes und zum Brennraum hinführendes Spritzloch verläuft. Die Düsennadel ragt mit ihrer Nadelspitze in ein Sackloch, das durch den brennraumseitigen Abschluß des Düsenkörpers begrenzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einfache Maßnahmen an der Sitzlochdüse einer Brennkraftmaschine zu treffen, durch die eine Verbesserung des Verbrennungsgeräusches und der Abgasemission erreichbar ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Spritzloch hin im Bereich des geringsten durchlaßbestimmenden Querschnitts zwischen der kegeligen Dichtfläche der Düsennadel und der kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers mindestens eine turbulenz erzeugende Unstetigkeitsstelle vorgesehen ist.

In den Unteransprüchen sind noch vorteilhafte und förderliche Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Eine derartige Unstetigkeitsstelle erzeugt im Kraftstoffstrom Turbulenzen, durch die der Druck im Kraftstoff abfällt. Als Folge davon wird eine kleine Kraftstoffmenge mit einem Einspritzdruck eingespritzt, der unter dem von der Hochdruckpumpe erzeugten Einspritzdruck liegt. Die Unstetigkeitsstelle wirkt nur bei kleinen Öffnungshöhen der Düsennadel. Wenn zu Beginn einer Einspritzung mit niedrigerem Druck als dem maximal möglichen Druck weniger Kraftstoff eingespritzt wird, ergibt sich daraus ein sanft ansteigender Verbrennungsdruckverlauf, durch den eine Verbesserung des Verbrennungsgeräusches erreichbar ist.

Wird also bei einer Voreinspritzung in den Verdichtungsraum oder zu Beginn der Haupteinspritzung mit niedrigem Druck eingespritzt, dringt der Kraftstoffstrahl nicht bis zur Zylinderwand vor. Der Kraftstoff nimmt an der Verbrennung teil. Würde jedoch der Kraftstoffstrahl an der Zylinderwand auftreffen, wird der Kraftstoff nicht verbrannt, sondern vom Kolben in den Kurbelraum mitgerissen werden und dort das Motorschmieröl verdünnen.

Im geschlossenen Zustand der Düse bei auf der kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers aufliegender Düsennadel wird die Unstetigkeitsstelle vollständig von den kegeligen Dichtflächen derart überdeckt, daß keine Verbindung zwischen der Unstetigkeitsstelle und dem Spritzloch besteht.

Allerdings bleibt der für die Haupteinspritzung notwendige hohe Einspritzdruck erhalten, weil die Unstetigkeitsstelle, wenn die Düsennadel ganz angehoben ist, keinen so starken Einfluß mehr hat, da der Strömungsquerschnitt im Bereich der kegeligen Flächen groß ist.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und anhand von Ausführungsbeispielen nachfolgend näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 den unteren Teil einer Sitzlochdüse mit einer im

Düsenkörper angeordneten Unstetigkeitsstelle und mit einer Düsennadel in Öffnungsstellung,

Fig. 2 die Düsennadel in Schließstellung und

Fig. 3 eine Sitzlochdüse, bei der die Unstetigkeitsstelle in der Düsennadel vorgesehen ist.

Eine für eine luftverdichtende Brennkraftmaschine vorgesehene Sitzlochdüse 1 gemäß den Fig. 1 bis 3 besteht in ihrem unteren Bereich aus einem Düsenkörper 2 und einer darin längsverschieblich geführten Düsennadel 3, deren kegelige Dichtfläche 4 einer kegeligen Dichtfläche 5 am Düsenkörper angepaßt ist. Die Düsennadel ist in Fig. 1 in Öffnungsstellung und in Fig. 2 in Schließstellung gezeigt. In dieser Stellung liegt die Düsennadel 3 mit ihrer kegeligen Dichtfläche 4 an der kegeligen Dichtfläche 5 des Düsenkörpers 2 abdichtend an.

Der Düsenkörper 2 weist ein Spritzloch 6 auf, das ausgehend von der kegeligen Dichtfläche 5 in den nicht näher dargestellten Brennraum der Brennkraftmaschine mündet.

Im Bereich der kegeligen Dichtflächen 4, 5 in unmittelbarer Nähe zum Spritzloch 6, jedoch in Strömungsrichtung vor dem Spritzloch, ist eine Unstetigkeitsstelle 7 oder 8 angebracht.

Bei geschlossener Düsennadel ist die Unstetigkeitsstelle 7, 8 gänzlich von den jeweils gegenüberliegenden kegeligen Dichtflächen 4, 5 abgedeckt, so daß keine Verbindung zu dem Spritzloch 6 besteht.

Der Kraftstoffdruck wird durch die nicht dargestellte Einspritzpumpe erzeugt und steuert direkt in Abhängigkeit der Einspritzpumpe das Anheben der Düsennadel 3, oder er wird bei Common-Rail-Einspritzsystemen in der Hochdruckpumpe erzeugt und elektronisch über elektromagnetische oder piezoelektrische Aktuatoren angesteuert, damit die Düsennadel 3 sich von der kegeligen Sitzfläche 5 des Düsenkörpers 2 abhebt.

Beim Anheben der Düsennadel 3 wird der Einlaßquerschnitt des Spritzloches 6 durch die kegelige Dichtfläche 4 der Düsennadel 3 freigegeben und der Kraftstoff in den Brennraum gespritzt. Während des Öffnungsvorganges steigt der Kraftstoffdruck schnell auf seinen maximalen Wert an, den er beibehält, bis die Düsennadel 3 beim Schließen auf den Düsenkörper 2 auftrifft, und das Spritzloch 6 mit ihrer kegeligen Dichtfläche 4 verschließt.

Bekanntlich bewirkt der schnelle Anstieg des Einspritzdruckes auf seinen Maximalwert, daß eine große Kraftstoffmenge in den Brennraum schnell eingebracht wird und rasch verbrennt. Das schnelle Verbrennen bewirkt einen steilen Druckanstieg im Brennraum, was sich zur Fahrzeugumgebung hin als unangenehmes und lautes Geräusch bemerkbar macht.

Bei einer Voreinspritzung durchdringt ein mit höchstem Druck eingespritzter Kraftstoffstrahl mühelos den Brennraum und schlägt sich an der Brennraumwand nieder. Dies ist von zweifachem Nachteil. Erstens kann der Kraftstoff nicht an der Verbrennung teilnehmen, und zweitens wird der Kraftstoffniederschlag vom Kolben mitgerissen und in den Kurbelraum eingebracht. Das führt zu einer für den Schmierölkreislauf des Motors gefährlichen Ölverdünnung.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Unstetigkeitsstelle 7, 8 wird bei kleinem Düsennadelhub der Druck im Kraftstoffsystem zwischen Düsennadelspitze und Spritzloch 6 abgesenkt, so daß zu Beginn der Einspritzung weniger Kraftstoff mit geringerem Druck eingespritzt wird. Der Zeitraum bis zum Erreichen des maximalen Abspritzdruckes wird verlängert. Dadurch wird eine wesentlich weichere Verbrennung erreicht, d. h. ein geringerer Gradient des Druckanstieges. Es wird eine sanfte Voreinspritzung ermöglicht bei gleichzeitigem Vermeiden von Ölverdünnung.

Die Unstetigkeitsstelle 7 ist in Fig. 1 als Umfangsnut dar-

gestellt. Die Umfangsnut hat einen Querschnitt mit mehreren Geraden und mit einer scharfen Kante 7a zur kegeligen Dichtfläche hin. Die Unstetigkeitsstelle 8 ist in Fig. 3 als Umfangsnut dargestellt. Die Umfangsnut hat einen Querschnitt mit mehreren Geraden und mit einer scharfen Kante 8a zur kegeligen Dichtfläche hin. Die jeweilige Umfangsnut kann auch unterschiedlich gestaltete Querschnitte aufweisen, z. B. einen kreisbogenförmigen Querschnitt.

Durch eine plötzliche Querschnittserweiterung und anschließende Querschnittsverengung im Verlaufe der Strömung entlang der kegeligen Dichtflächen 4, 5 entstehen in der Strömung Unstetigkeiten, die sich als Turbulenzen mit sich daraus ergebendem Druckabfall darstellen. Der Querschnitt soll der Erosion an den Kanten zur Dichtfläche durch den Kraftstoffstrom widerstehen, aber gleichzeitig eine große Turbulenz in den vorbeiströmenden Kraftstoff einbringen.

In Fig. 1 ist die Unstetigkeitsstelle 7 durchgehend umlaufend in der kegeligen Dichtfläche 5 im Düsenkörper 2 dargestellt. Eine solche Umfangsnut läßt sich einfach beim Herstellen des Düsenkörpers einbringen. Ebenfalls einfach läßt sich eine Umfangsnut in die kegelige Dichtfläche 4 der Düsenadel 3 einbringen, wie in Fig. 3 gezeigt.

Als weiteres Ausführungsbeispiel kann die Umfangsnut einmal oder mehrfach unterbrochen sein, wie in Fig. 3 dargestellt. Eine Unterbrechung der Umfangsnut im Düsenkörper 2 kann für eine Lageorientierung gegenüber dem Spritzloch 6 von Vorteil sein.

Die Geschwindigkeit der Strömung nimmt im Bereich der kegeligen Dichtfläche 4, 5 in Strömungsrichtung zu, da durch die Kegelform der Strömungsquerschnitt immer kleiner wird. Die größte Geschwindigkeit der Strömung herrscht demnach im kegeligen Bereich der Dichtflächen unmittelbar vor dem Spritzloch 6.

In geschlossenem Zustand darf die Unstetigkeitsstelle keine Verbindung zu den Spritzlöchern haben, da ansonsten sich das Schadvolumen der Düse, das nur das Volumen des Spritzloches 6 umfaßt, um das Volumen der Unstetigkeitsstelle vergrößern würde. Die Unstetigkeitsstelle 7 im Düsenkörper wird im geschlossenen Zustand der Düse von der kegeligen Dichtfläche 4 der Düsenadel abgedeckt, oder die Unstetigkeitsstelle 8 in der Düsenadel wird im geschlossenen Zustand der Düse von der kegeligen Dichtfläche 5 des Düsenkörpers abgedeckt.

Besonders vorteilhaft wirkt die Unstetigkeitsstelle 7, 8 nicht nur bei der normalen Kraftstoffeinspritzung, die durch Turbulenzen im Düsensitzbereich eine sanfte Verbrennung und Druckanstieg ermöglicht, sondern insbesondere auch bei der sogenannten Voreinspritzung, bei der nur eine geringe Kraftstoffmenge eingespritzt wird. Eine geringe Kraftstoffmenge läßt sich dadurch erreichen, daß nur für eine kurze Zeit eingespritzt wird, d. h., daß der Zeitanteil für das Öffnen und Schließen der Sitzlochdüse 1 gegenüber der Zeit, in der die Sitzlochdüse ganz geöffnet ist, überwiegt. Das bedeutet, daß während der Voreinspritzung meist mit niedrigerem Druck eingespritzt wird.

Wenn ein piezoelektrischer Aktuator anstatt eines elektromagnetischen Servoventils den Nadelhub einer Sitzlochdüse 1 direkt steuert, ergibt sich als weiterer Vorteil die Möglichkeit, einen bestimmten beliebigen Hub der Düsenadel 3 einzustellen und zu halten. Dies erlaubt eine Kraftstoffeinspritzung mit beliebigem Druck unterhalb des Maximaldruckes auszuführen, in Abhängigkeit des Hubes der Düsenadel 1, der mittels eines piezoelektrischen Aktuators frei wählbar ist.

# Patentansprüche

1. Sitzlochdüse für eine luftverdichtende Brennkraftmaschine, mit einer in einem Düsenkörper längsverschiebbar geführten Düsenadel, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine kegelförmige Dichtfläche aufweist und im geschlossenen Zustand an einer kegeligen Dichtfläche des Düsenkörpers anliegt, und mit mindestens einem von der Dichtfläche am Düsenkörper zum Brennraum führenden Spritzloch, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Spritzloch (6) hin im Bereich des geringsten durchlaßbestimmenden Querschnitts zwischen der kegeligen Dichtfläche (4) der Düsenadel (3) und der kegeligen Dichtfläche (5) des Düsenkörpers (2) mindestens eine turbulenz erzeugende Unstetigkeitsstelle (7; 8) vorgesehen ist.
2. Kraftstoffeinspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die turbulenz erzeugende Unstetigkeitsstelle (7; 8) durch mindestens eine Umfangsnut in der kegeligen Dichtfläche (4; 5) der Nadel (3) und/oder des Düsenkörpers (2) gebildet ist.
3. Kraftstoffeinspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Umfangsnut (7; 8) über ihren gesamten Umfang erstreckt.
4. Kraftstoffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangsnut (7; 8) mindestens eine Unterbrechung (9) aufweist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

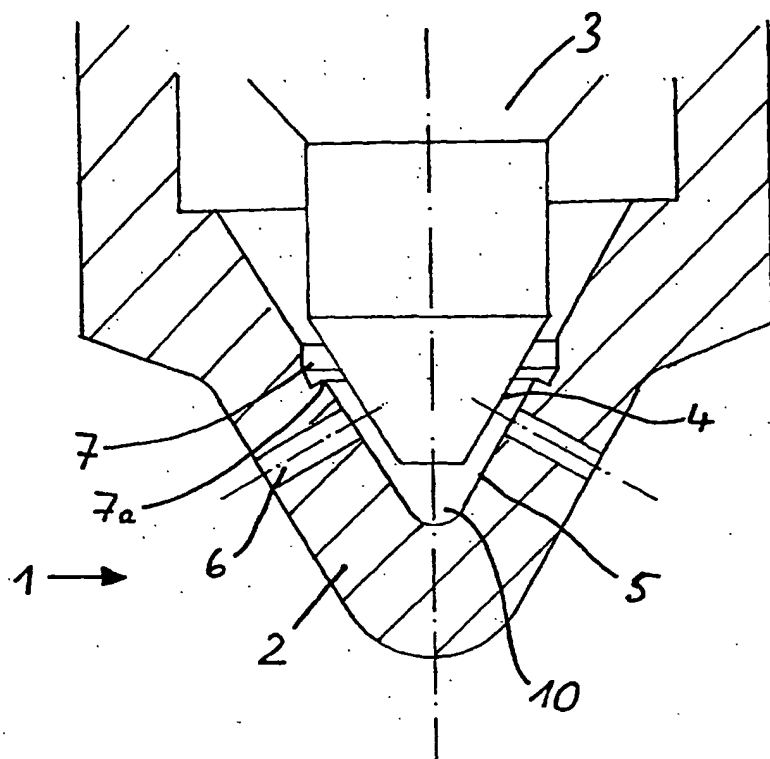


Fig. 1

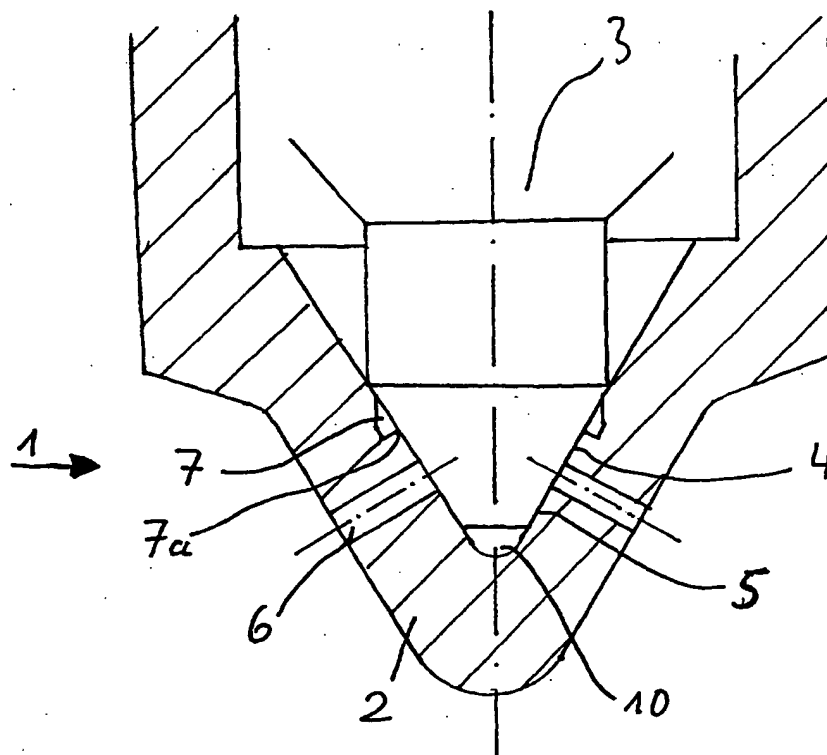


Fig. 2

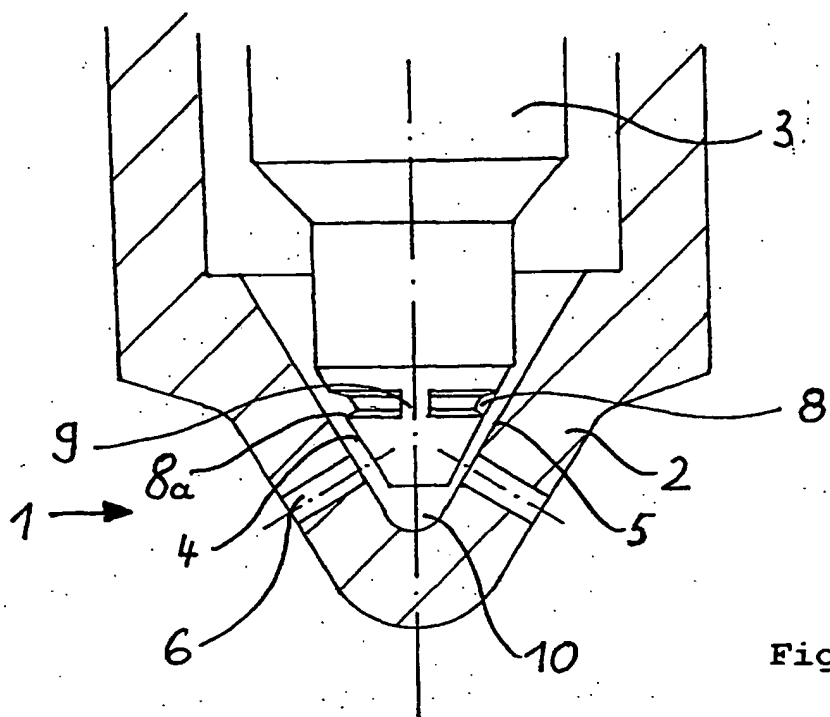


Fig. 3